

学校编码: 10384

分类号_____密级 _____

学号: X2005222018

UDC _____

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

基于 ARM 和 PLC 的绕线机电控系统开发

Design of Control System of Winding Machine Based On
ARM And PLC

陈 豪 杰

指导教师姓名: 李晓潮 副教授

专 业 名 称: 电 子 与 通 信

论文提交日期: 2010 年 3 月

论文答辩日期: 2010 年 3 月

学位授予日期: 2010 年 3 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2010 年 3 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ☒ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

基于 ARM 和 PLC 的绕线机电控系统开发

摘要

全自动定转子绕线机是电机生产过程中最重要的设备，很大程度影响着微电机的生产质量、生产效率及生产成本。我国是个微电机生产的大国，微电机产量占全球产量的 60%，并以每年 5% 的速度递增，因此绕线机的发展对微电机生产有重要意义。

绕线机设备随着控制技术和机械加工精度的不断提升，正不断向小型化、一体化、操作简单化、智能化及低成本化发展。本文在充分调研、分析了各种绕线机系统特点的基础上提出一种结合 ARM 和 PLC 的改进型全自动绕线机控制系统设计方案。系统利用 PLC 实现基本的工艺流程控制，管理现场设备的输入输出元件；利用 ARM 为核心的控制系统实现人机界面，一方面利用 Win CE 的友好界面实现与人的交互，一方面利用 ARM 的强大性能和丰富外设接口实现一体化联网。本文的特色主要体现在如下几个方面：

1. 利用 PLC 实现绕线机排线算法的改进，用基于 PD 调节的闭环控制系统代替开环控制系统。
2. 基于 ARM 和 Win CE 构建嵌入式软硬件开发平台，实现人机界面系统。
3. 基于 Win CE 实现了 MODBUS 现场总线协议，应用于人机界面与 PLC 的通讯。

系统经过调试和检测，并应用于实际生产中，实践证明该系统性能稳定、绕线质量良好、效率高，并具备小型化、一体化的优点，达到国内先进水平。

关键字：自动绕线机；数控系统，微电机设备；伺服控制

Abstract

Automatic winding machine for motor rotor is the most important equipment, it affects the production quality, efficiency and cost deeply. China is a large country at micro-motor production, the whole quantity reaches 60% in the world and grows at 5%. So the development of winding machine has important significance for micro-motor production.

With the improvement of control technology and machine accuracy, winding machine is marching forward: miniaturization, integration, simplification for operation, intelligentization and lower cost. The paper brings a new project for winding machine control system that is based on embedded ARM and PLC under the abundant research to the characteristics of kinds of winding machine. The control system uses PLC to implement basic control for process, charges I/O device locally and uses control system based ARM to implement human-interface in which one side it uses the kind of interface of WinCE to realize the intercommunication with human, on the other hand it uses the strong power and abundant interface of ARM to realize integration management. The characteristics and innovations in this thesis are as follows:

1. the control system uses PLC to implement the improvement of winding arithmetic and uses closed loop control system based PD adjustment instead of closed loop control system.
2. Design the embedded platform based ARM and Win CE, realize human-interface system.
3. Realize the MODBUS protocol that is applied communications between human-interface and PLC.

The system is used in the motor manufacture after debug and test. Practice proves that the system performance is stable, excellent in winding, high efficiency and has characteristics of miniaturization and integration, so the performance reaches the international advanced level.

Keyword: automatic winding machine; PLC; ARM; MODBUS; servocontrol

目录

第一章	绪论	1
1.1	课题的背景	1
1.2	绕线机的现状和关键技术	2
1.2.1	绕线机介绍	2
1.2.2	绕线机的研究现状	4
1.2.3	电控系统的关键技术	8
1.3	主要研究内容	9
第二章	控制系统总体设计	11
2.1	系统特点	11
1.	数字化	11
2.	一体化	13
3.	小型化	13
2.2	设计步骤	13
1.	确定控制任务需求	14
2.	选择主控单元和外围器件	14
3.	确定算法	14
4.	系统总体方案的设计	14
5.	硬件和软件的具体设计	15
2.3	软硬件规划	17
1.	系统性能要求	17
2.	硬件总体规划	18
3.	软件总体规划	20
第三章	基于 PLC 的主控单元设计	21
3.1	电控系统架构	21
3.2	PLC 设计流程	22
3.2.1	开发步骤	22
3.2.2	系统需求	24
3.2.3	选型和特点	24
3.3	排线算法的实现	29
3.3.1	开环算法	29
3.3.2	闭环算法	30
3.4	硬件设计	33
3.4.1	系统接线图	33
3.4.2	输入输出配线设计	35
3.4.3	抗干扰措施	37
3.4.4	绕线和排线驱动模块设计	37
3.4.5	分度驱动模块设计	41
3.4.6	按键操作板	44
3.5	软件设计	45
3.5.1	主程序	45
3.5.2	手动操作模块	48

3.5.3 复位操作模块.....	48
3.5.4 自动/单步运行模块.....	49
3.6 小结.....	50
第四章 基于 ARM 和 WINCE 的人机界面控制系统.....	51
4.1 网络结构.....	51
4.2 系统架构.....	53
4.2.1 处理器.....	54
4.2.2 外围接口.....	56
4.3 Windows CE 简介.....	58
1.Windows CE 体系结构.....	58
2.Windows CE 应用程序资源.....	61
3.Windows CE 应用程序开发流程.....	62
4.4 人机界面开发.....	63
4.4.1 界面设计.....	64
4.4.2 参数地址分配.....	69
第五章 基于 MODBUS 协议的工业网络控制系统.....	73
5.1 Modbus 协议介绍.....	73
5.2 ASCII 模式解析.....	74
5.3 协议具体实现.....	78
5.4 小结.....	82
第六章 系统调试、总结及展望.....	84
6.1 电控系统的调试.....	84
6.1.1 PLC 调试.....	86
6.1.2 伺服电机调试.....	87
6.1.3 人机界面调试.....	89
6.1.4 联机调试.....	90
6.1.5 调试碰到的问题.....	90
6.2 总结.....	93
6.3 展望.....	94
参考文献.....	95
硕士期间发表的论文.....	98

第一章 绪论

1.1 课题的背景

全球经济随着信息技术的快速发展，各国已经进入工业自动化、办公自动化以及武器装备自动化、农业现代技术发展和普及阶段，微电机作为这些技术和系统中不可少的执行组件、传感组件、动力组件，其技术和产量获得迅速发展，应用领域也越来越广。微电机行业也成为各国聚焦关注的行业。2007 年全球微电机产量已经突破 100 亿台，并以每年 5%速度递增[1]，随着现代化水平的发展和人们生活水平的提高，全球微电机发展前景令人乐观。

我国作为一个微电机生产大国，生产总量占世界的 60%，在未来几年，我国的微电机总量也将呈现稳步增长的趋势，成为世界微电机的制造中心。在当今世界微电机行业，日本是民用微电机强国，代表世界先进水平，引领世界微电机的发展，主宰高档、精密、新型微电机的技术和发展。美国是军用微电机的研制、生产和出口强国，产品有 5000 多品种，年产军用微电机 300 万台以上。我国在微电机领域取得长足的进步，但还有很多不足，应该抓住我国电子元器件产业的发展机遇和全球供应一体化发展变化的机遇，实现产品上水平，上档次，上规模，促进微电机行业的发展。

微电机 2 大研究方向是：微电机结构的发展和微电机生产工艺。微电机作为批量电子组件生产，其生产工艺的简化，生产成本的低廉直接关系到微电机生产利润，进而影响到微电机的发展。绕线作为微电机的重要生产工艺，对微电机生产的质量和效率有着重要的影响。

绕线工艺是电机，电感，变压器等行业的重要工艺，就是将各种不同规格漆包线按照标准绕制在铁芯上。漆包线是绕组线的一个主要品种，由导体和绝缘层两部组成，裸线经退火软化后，再经过多次涂漆，烘焙而成。微电机的漆包线一般采用 $\Phi 0.02\text{mm}-0.50\text{mm}$ 规格，对不同的线径要求采用不同的的张力控制和不同的绕线参数。

转子绕线机有手动，半自动和全自动之分。手动绕线机随着生产技术的进步基本被淘汰，现在很多电机生产企业使用半自动绕线机并逐步过渡到全自动绕线

机。本文以厦门达真电机有限公司生产的 BCZ300 直流电机的绕线机为例，对自动绕线机和半自动绕线机在成本和效率等方面进行对比如下：

表 1-1：自动绕线机和半自动绕线机的对比（单位：元人民币）

	自动绕线机	半自动绕线机
价格	50000/台	15000/台
产能	4000PCS/24H	2000PCS/24H
需要劳力	0.33个	1个
绕线质量	好	一般
故障率	偏高	低
维护费用	偏高	低
耗能	低	高

以达真公司(达真电机是厦门专门从事微特电机生产的厂家，年生产量为 8000 万只电机)每月 300 万 PCS 的产量，劳动力工资按 50 元/12H 计算，使用自动绕线机生产，在生产成本上比半自动绕线机节省 76 万元/年左右，扣除设备的一次性投入，效益还是非常可观的。本课题针对达真公司产品生产的需求进行该课题的研究，有比较大的经济效益价值。

1.2 绕线机的现状和关键技术

1.2.1 绕线机介绍

目前绕线机的市场可谓庞大，品种繁多，有平行绕线机、环型绕线机、定转子绕线机、纺织绕线机等。本文主要讨论转子绕线机。转子绕线机结构分为机械结构和控制系统。机械结构主要有主轴绕线结构，排线机构，分度结构，配线结构，剪线机构和张力控制等机构。控制系统主要分为人机界面，主控部分，输入输出驱动部分，通信模块等。

绕线机工作示意图如下：

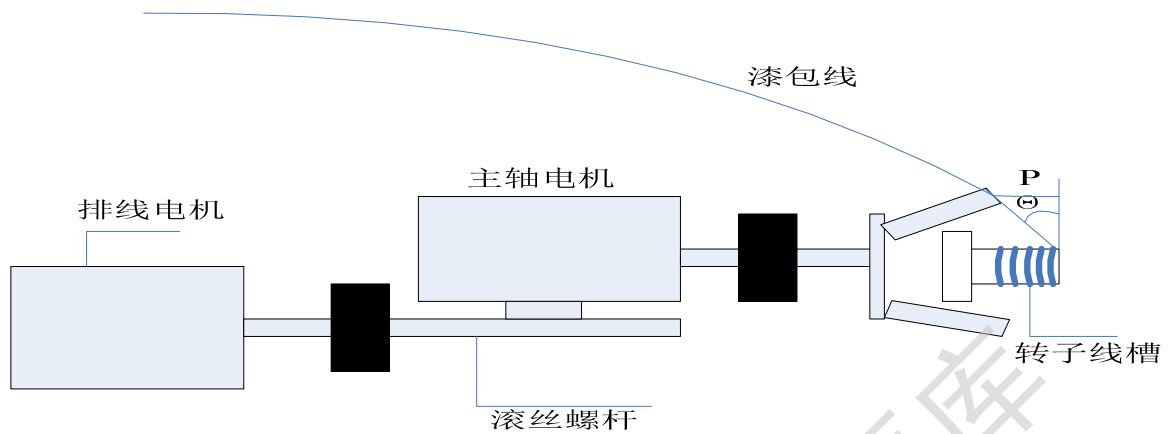


图 1-1： 绕线机主体结构示意图

绕线机的工作如上图示意图描述。主轴驱动绕线夹具带动漆包线进行漆包线绕制，排线轴电机通过联轴器驱动丝杆进行排线，两者协调工作，保证绕制任务的顺利完成，这 2 轴是绕线机的主体部分。绕制流程如下：转子放置于固定治具上，旋转气缸驱动使转子放置于分度结构上，绕线结构和配线及夹线结构完成第一个端子的配线，然后主轴绕线结构完成第一级绕线，接着第 2 个端子的配线，如此反复直到绕线完毕，最后剪线结构进行剪线，绕线机回归原点位置，准备下一个循环。张力结构在绕线过程中完成绕线张力控制的任务，保证张力的稳定。

绕线机电控系统框图如下图协议

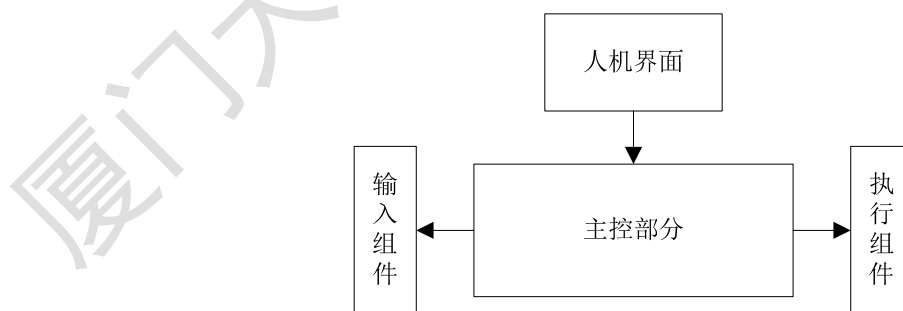


图 1-2： 电控系统框图

控制系统的结构功能介绍如下：

- (1) 人机界面：主要完成各绕线参数的输入，系统监控，联机通信等功能，完

成人和机器的交互。一般采用工控机或者单片级控制系统或者工业触摸屏来实现。

(2) 执行组件：执行组件主要包括主轴和排线轴 2 套交流伺服电机控制系统，一套步进电机分度控制系统及旋转气缸，报警器，直线气缸等，这些组件完成绕线机的各种动作执行。

(3) 输入组件控制：输入组件包括与人机界面的通信，光电开关的输入，磁感应开关的输入，接近开关的输入，按钮开关的输入，交流伺服系统的反馈输入等。PLC 根据输入状态进行逻辑和时序控制，完成系统整体控制。

(4) 主控部分：主要完成采集输入信号，驱动输出器件，算法实现等，是流程控制的主体。

1.2.2 绕线机的研究现状

(1) 研究现状

随着工业生产技术的发展，绕线机的技术也逐渐从最简单的手工单轴绕线机发展到现在的全自动多轴绕线机。对绕线机的研究主要集中应用领域、机械结构和电控系统等方面。

绕线机应用广泛，在许多的工业生产中使用，比如光纤绕线机[2]，互感器的环形绕线机[3]，热熔胶线绕线机[4]，立式绕线机[5]，高压线圈绕线机[6]，电子定子绕线机[7]，电雷管导线绕线机[8]，铝箔绕线机[9]等。这些绕线机绕制不同的产品，需要不同的技术指标和工装夹具，侧重的技术也不尽相同，但是在主体结构、控制方式和关键技术基本相同。

绕线机是一种精密的工业生产设备，其技术包括结构设计技术，机械精加工技术，工业控制技术，计算机技术，软件算法技术，测控技术等。机械结构上由于相对比较成熟和稳定，一般结构比较固定，研究领域主要在：高速主轴单元的动态分析[10]，以获得高速转动的模型，寻找提升主轴转速的方法；传动结构设计的分析[11]，通过机械传动的改进提高绕线机的定位精度；张力结构和控制的分析和改进[12][13]，目的为获得恒定的张力。

电控系统是绕线机的核心，管理着设备运行的全过程以及担负设备故障诊断、设备扩展升级等重任，大部分对绕线机的研究集中在对电控系统的研究上。

其研究主要体现在如下几个方面：

1. 系统排线算法。绕线机排线是一般采用自由排线和强制排线[16][14][15]，自由排线靠线的张力和摆动轮的摆动来进行排线，调整比较困难，一般适用于绕制直径 0.05mm 以下漆包线的产品；强制排线利用绕线主轴和排线轴的同步技术，使主轴每绕一圈，排线机构移动一定距离，一般为步进一个线径距离。强制绕线的算法又分为开环算法[16]和闭环算法[17]，开环算法是根据主轴旋转一圈的时间排线结构步进的距 离算出排线的速度，从而完成排线，但是这种方法在运行过程中状态的波动导致的变化无法预测，导致排线的质量不稳定；闭环控制是通过旋转编码器将位置信号反馈给 CPU，根据主轴位置控制排线机构移动距离，这样不管主轴速度怎么变化，排线可以跟随主轴变化进行相应变化，可见闭环控制是一种更高性能的控制方式，但是控制系统比较复杂。
2. 控制系统的架构。目前比较流行的绕线机控制系统主要有 3 种实现方案，分别为单片机[20][21][22][23][24]、PLC 加触摸屏[25][26][27][28]、PLC 加工控机[29][30]，它们的优缺点对比如下表：

表 1-2. 控制系统不同方案的对比

电控方案	优点	缺点	使用状况
Plc+工控机或者嵌入式系统	开发简便，性能稳定，功能丰富，通用性好	价格昂贵，体积大	一体化生产车间使用较多
Plc+触摸屏	开发周期短，性能稳定，维护简便，抗干扰能力好，维护费用低，可变更性好	价格适中，速度适中，不方便组建一体化控制网络	现在普遍使用
单片机	成本低廉，性能适中，速度快	开发烦琐，周期长，维护难度高，抗干扰能力差	大批量产品使用较多

以上三种方案各有各的特点，具体使用什么方案要根据成本要求、开发周期、性能要求、扩展能力等综合考虑。单片机技术成熟，成本低廉，开发工具丰富，实时性好等优点，在控制系统架构选择上，以前的系统更多倾向于采用单片机，但是单片机系统的软硬件开发相对烦琐，开发周期比较长，维护难度比较高且不通

用,已经逐渐被 PLC 取代。PLC 在工业领域优异的控制性能和模块化的结构,开发周期大大缩短,维护和升级也更加便利,在现代化设备中已经成为主流控制器。采用 PLC 作为逻辑控制和时序控制的核心,配合上位人机界面,组成设备控制系统,这是目前工业控制采用最多的方式。

人机界面是人机交互的接口,完成参数输入、模式设定和状态监控等,可采用 LCD[31]、触摸屏[28]和工控机[30]。LCD 一般用于单片机控制系统,用 C 语言或者汇编语言根据界面要求编写,过程烦琐;触摸屏有良好的操作界面,开发相对简单,维护便利,但是功能相对简单;工控机资源丰富,扩展便利,开发平台多,但体积大,成本高等。嵌入式控制板利用嵌入式 CPU 为核心,配合外围外设构建工业控制板,在控制板上运行微操作系统,在其上开发应用程序,该方式比工控机成本更低,体积更小,实时性更好。大部分绕线机系统仍然是独立的控制系统,在车间生产一体化日趋发展的今天,需要把所有现场设备通过总线连接一起,组成现场控制级,然后再通过网络接入车间控制管理系统,形成一体化生产系统,这是一个目前研究比较薄弱的环节。

3. 通信总线。PLC 作为逻辑控制核心器件,需要配合上位机进行输入和显示等才能进行便捷的交互。目前上位机主要有 3 种方式:配套 HMI、工业 PC 机[32]–[37]、嵌入式系统。嵌入式系统代替工业 PC 系统完成与 PLC 的通信,真正实现了小型工业控制系统的实时化、微型化、网络化、智能化。

PLC 与上位机的通信在许多控制系统中得到研究和应用,如电力监控系统[33]、柔性制造系统[36]、DCS 与远程 I/O[37],它们之间可靠、稳定、开放的通信对整个系统起到重要作用。上下位机的通信要通过硬件接口并采用一定的协议规程来进行通信。硬件接口一般采用 RS485[32]、RS232[33]、USB[34]或者以太网进行,一般以太网的速度最快、USB 次之、RS232 和 RS485 相对较慢,但也能满足大部分场合的要求。通信协议规程一般采用标准工业总线 MODBUS[37]、MEWTOCOL[36]、PROFIBUS,或者自定义通信格式[32][34],各种规程有各自特点,根据具体要求选用。

通信编程软件一般采用 VC、VB 编写,为克服上位机通信软件专用、封闭、不兼容等问题,普遍采用 Microsoft 公司的 VC++.NET[32]–[35],它提供了基于全面开放式接口的解决方案,具有标准的应用程序接口,通过串口访问函数能够访

问下位机所采集的过程数据，还可以通过C++语言直接利用Windows提供的强大的Win32 API的全部优势

2. 生产现状

国内外有很多从事生产绕线机设备的厂家，各个厂家的产品有各自不同的特点。日本制造的绕线机设备以外观精致、功能多而取胜。它不仅在国内，而且在国际上都有一定的地位。日产绕线机一般可绕 0.02-2mm 的线径；绕线幅度一般为 0-80mm 之间，有的可以达到 100mm 甚至几百 mm；线圈转动直径可达 150mm；绕线精度 0.001-0.01mm 范围内。日产绕线机采用数字电路控制，只要更换一些部件，更改部分程序，即可绕制不同类型的线圈，日产绕线机大部分是全自动绕线机，其绕线转速根据不同的线径，可以高达 3000-10000rpm，生产效率高，产品质量容易控制。

欧美绕线机以其加工精度高，质量稳定而在国际市场上占有重要的地位。欧美绕线机一般可以绕制 0.01-2mm 的线径，绕幅在 0-200mm 之间，线圈转动直径可以达到 180mm，转轴误差极小。绕线机用微机精密控制，以程序控制操作，这些程序极易掌握，人机对话简单，即使工作人员并无绕线工作经验亦可应付自如。目前欧洲生产的绕线机已趋向于自动化，而美制绕线机则介于半自动与全自动化之间。而港台绕线机颇有独到之处，价格比较便宜、性能亦能达到一定水平，配件简单、维修容易，此外在服务方面既周到又有一定程序灵活性的港台绕线机设备受许多厂家欢迎。

国内绕线机厂家主要集中在江浙、广州一带，比较著名的有深圳飞良绕线机设备、苏州奥珂玛机电、广州达雍机电设备有限公司等，这些厂家的绕线机市场占有率比较高，基本代表国内绕线机的生产现状。国产绕线机大多模仿国外成熟机型设计，部件和加工采用本地化，其特点是功能完整、价格低廉、性能不稳定、驱动率不高、绕线质量较差等。

下面列举一些典型绕线机生产厂家的产品做如下对比：

表 1-2：不同厂家绕线机对比

规格型号	SM-450	FL-468	LAO-0140	MA-3N
主轴驱动方式	6轴同步驱动	4轴同步驱动	10轴同步驱动	3轴同步驱动
主轴马达	AC伺服马达 1.5KW	AC变频马达	AC伺服马达 5.5KW	AC伺服马达 750W
控制系统	PLC+触摸屏	单片机	NC控制器	单片机+LCD
通用性	中	差	高	中
维护成本	中	低	高	高
扩展接口	RS485、RS232	无	RS485、RS232	RS232

由上表可知，国产绕线机跟日产和台湾产的绕线机在驱动方式轴上相对较少，这样产能就比较差，控制系统架构普遍采用比较低成本的单片机，通用性、维护性、扩展接口上也比不上国外产品。

1.2.3 电控系统的关键技术

绕线机涉及到很多相关技术，如 PLC 控制技术、伺服电机驱动技术、流程优化技术、系统抗干扰技术、PID 算法优化技术、软件编程技术、接口通信技术等。本系统实现的关键技术如下：

1. 算法技术和伺服电机控制技术

绕线质量一个重要的因素是排线算法技术的优劣，本文采用 PD 调节算法对绕线进行改进。交流伺服电机是高精度、高响应速度、高精度的闭环控制系统，选择合适的控制模式，根据现状设置合适的控制参数，对伺服电机性能的充分使用有重要作用。

2. 嵌入式控制系统的软硬件平台构建

上位机采用 ARM 核心的控制板实现与人机的交互，并作为中间层接口，连接到上层控制网络。系统需要构建一个硬件平台并在此平台加载操作系统，运行应用软件。

3. 现场总线通信接口技术

基于 MODBUS/TCP 协议的总线协议，实现相应的现场总线网络通信，设计一个可靠、

低成本、开放的通信系统。

1.3 主要研究内容

本论文的研究目的是:以嵌入式操作系统为平台结合新型的硬件,实现与工业生产现场 PLC 设施的全面集成,开发具有实时性、网络化、友好界面的新型绕线机工业控制系统。本文提出了一种基于 ARM 和 WINCE 的人机界面系统,配合 PLC 完成绕线机控制系统设计,其主要工作内容如下:

1. 研究闭环控制排线算法,以 PLC 为工艺流程和逻辑控制的核心,控制外围的输入输出器件,并实现基于 PD 调节的排线算法。PID (proportion-integral-differential) 是比例积分微分的调节器,PI 可以有效消除系统的累积误差,PD 可以有效消除偶然波动引起的误差。绕线设备在启动和停止有加减速过程,这个过程是相对波动比较大的时候,对绕线有不利影响,本系统采用 PD 调节算法来改善这个过程的排线。该算法过程如下:伺服电机内部旋转编码器把主轴位置信息存储在伺服电机驱动器内部寄存器,PLC 读取该信号作为反馈信号来调整排线电机速度。算法的优劣直接关系到绕线的质量,不良品率和生产效率。
2. 基于 ARM 和 WINCE 设计一套小型的工业控制板。以 PXA**系列 CPU 为核心,配合其他外围器件构建硬件平台,利用其丰富的外围接口实现通信的扩展,组建一体化控制网络。WINCE 是抢占式多任务功能,并具备强大通信功能和友好图形界面的实时嵌入式操作系统。开发基于 WINCE 的应用软件实现人机的交互和与上层控制系统的连接。控制板一方面负责设备的运行和监控,做为现场操作人员和维修人员的操作接口,另一方面,系统通过其以太网口接入上层控制网络,所有设备通过网络连接在一起,组成一体化控制网络,便于生产系统的统一管理和监控。这些技术全面改善工业监控系统的传统界面、提高生产现场的网络通讯能力,对开发新一代工业控制系统,对传统控制设备进行革新。
3. 研究基于 MODBUS 协议族的通信。本文依据此协议编写了居于 MODBUS/ASCII 的上位机通讯软件,实现了小型的工业通信系统。MODBUS 是 OSI 第 7 层应用层的报文协议,大多使用在串行链路上。本系统基于 WindowsCE 多线程和串

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库